



**ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA Y  
ECONÓMICA PARA EL MODELO DE NEGOCIO  
DE VENTA DE ENERGÍA DE AUTOCONSUMO  
PARA USUARIOS INDUSTRIALES Y  
COMERCIALES, CUYO SISTEMA DE  
PRODUCCIÓN SEA ENERGÍA SOLAR  
FOTOVOLTAICA PARA LOS CLIENTES  
CENTRALES ELÉCTRICAS DE NORTE DE  
SANTANDER S. A. E.S.P.**

STUDY OF TECHNICAL AND ECONOMIC VIABILITY FOR THE  
BUSINESS MODEL OF SALE OF ENERGY OF SELF-CONSUMPTION  
FOR INDUSTRIAL AND COMMERCIAL USERS, WHOSE SYSTEM OF  
PRODUCTION IS SOLAR PHOTOVOLTAIC ENERGY FOR THE USER  
TO CENTRALES ELÉCTRICAS DE NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.

López Rico, Oscar Eduardo.<sup>1</sup>; Arciniegas Leal, Mildred Daniela. <sup>2</sup>

<sup>1</sup> - <sup>2</sup> Estudiantes de la Especialización de Gerencia de Proyectos. Universidad Libre, Seccional Cúcuta. Correos electrónicos: ingeloper@gmail.com; mdaniela31@hotmail.com

## **Resumen**

El presente artículo describe la viabilidad para diseñar e implementar un **modelo de negocio** de autogeneración a pequeña escala cuyo sistema de producción sea **energía solar fotovoltaica** para Centrales Eléctricas de Norte de Santander S. A. E.S.P. Brindando soluciones ajustadas a las necesidades de los clientes asegurando nuevos ingresos y mejorando la viabilidad financiera de CENS.



**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

Teniendo en cuenta el potencial de radiación solar del departamento norte de Santander, se proyecta un modelo de negocio identificado desde la óptica técnica y financiera que permita la construcción de una propuesta replicable en las diferentes zonas del área de cobertura de CENS S.A. E.S.P.

Se realiza un análisis regulatorio con el fin que se cumpla con lo establecido por la Comisión de Regulación de Energía y Gas. En cuanto a los sistemas conectados en las redes de energía eléctrica.

Con lo anterior se busca estar a la vanguardia del mercado y abrir nuevas oportunidades del negocio, así mismo contribuir con la conservación del medio ambiente, con energías limpias.

**Palabras Clave:** Fotovoltaicos, Fuentes no Convencionales de Energía Renovables (FNCR), Inversores, tasa interna de rentabilidad (TIR).

**Abstract:**

This paper describes the feasibility to design and implement a small-scale self-generation business model whose production system is solar photovoltaic energy for Centrales Eléctricas de Norte de Santander S. A. E.S.P. Providing solutions tailored to the needs of customers ensuring new revenues and improving the financial viability of CENS.

Taking into account the solar radiation potential of the northern department of Santander, a business model identified from the technical and financial perspective that allows the construction of a replicable proposal in the different areas of the coverage area of CENS S.A. E.S.P.

A regulatory analysis is carried out in order to comply with the provisions of the Energy and Gas Regulation Commission. As for the connected systems in the electric power networks



With the above, we seek to be at the forefront of the market and open new business opportunities, as well as contribute to the conservation of the environment, with clean energy

**Keywords:** Photovoltaic, Non-conventional Renewable Energy Sources (FNCER), Investors, internal rate of return (TIR).

## 1. Introducción

CENS S.A. E.S.P. Cuenta con un sistema de generación conectado a la red, sin acumulación a través de fuentes fotovoltaicas con el cual se analizan los parámetros eléctricos de estas fuentes de generación y es un escenario para la investigación, entre la academia y la industria a estos tipos de tecnologías. El sitio de instalación son las oficinas de la sede Sevilla, en el edificio de distribución como lo muestra la figura 1.

Figura 1. Instalación de 50 kWp en sede de CENS



Fuente: foto Oscar Eduardo López Rico

Con la entrada en vigencia de la nueva regulación, la resolución CREG 030 referencia [1] cada vez son más las empresas que se proyectan conectar a sistemas fotovoltaicos, dado adicionalmente del precio más económico que el actual del mercado como la concientización de la necesidad de adaptar políticas medioambientales que desarrollen un mejor futuro para todos.



**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

Los componentes tarifarios no dependen de CENS S.A. como operador de red, sino que vienen regulados por otros ítems según la referencia [2] tales como generación, transmisión, comercialización, distribución, pérdidas reconocidas y restricciones, los cuales conforman la tarifa final. Por lo anterior la dinámica de los precios es variable cada mes, por lo cual se ve incrementada la tarifa cada año con valores incluso por encima de los de la inflación, lo anterior motiva a los usuarios a buscar otras alternativas. Con el fin de mantener los ingresos es necesario revisar otras fuentes de generación directas que no dependan del sistema eléctrico nacional.

En este escenario comenzó a realizarse un comparativo entre todas las fuentes emisoras del fluido eléctrico; partiendo de un paralelo que enfrenta a las energías no renovables convencionales con las energías renovables no convencionales.

Científicamente está comprobado que la generación energética a través de hidrocarburos libera emisiones atmosféricas, principales causantes del calentamiento global que preocupa a la comunidad internacional. Por esta razón, las energías limpias emergen como la alternativa para disminuir los impactos ambientales durante el abastecimiento eléctrico.

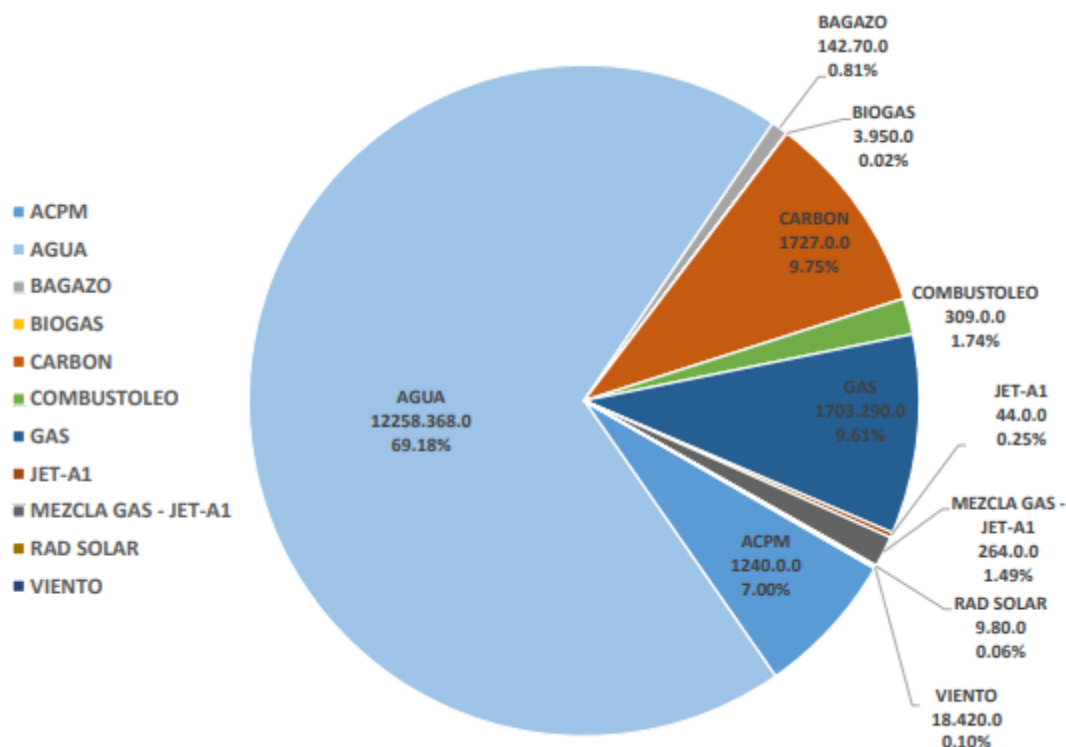
Mucho se ha cuestionado recientemente en Colombia la creación de grandes centrales hidroeléctricas por los señalados efectos negativos que tienen estas obras en las áreas sobre las que se construyen. Sin embargo, expertos en el tema aseguran que todos los mecanismos generadores traen afectaciones y es prácticamente imposible que una Nación dependa exclusivamente de sistemas eólicos o solares.

Colombia es un país con generación hidráulica en su mayoría de acuerdo a la referencia [4] podemos observar la gráfica 1 donde se muestra la generación en Colombia.



**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

Grafica 1: Fuentes de generación de energía eléctrica en Colombia



Fuente de datos: Sistema de información de XM

Con lo descrito en la gráfica 1 se aprecia la gran cantidad de recursos hídricos utilizables en el país y adicionalmente la dependencia a los mismos, dada la variabilidad del clima en Colombia de acuerdo a la referencia [5], hay periodos del año que afectan los recursos hídricos debido a los fenómenos llamados “el niño” y “la niña” esto a su vez se refleja en la generación de energía que dependen de estos recursos. Debido a lo anterior el gobierno nacional mediante leyes como la ley 1715 referencia [6], promueve el uso de fuentes de generación renovables como el sol para cubrir la generación en tiempos críticos.



## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El enfoque metodológico empleado para desarrollar el presente artículo fue mediante el modelo de negocio CANVAS. Un modelo de negocios recoge las bases de creación de valor de un negocio o proyecto. Es una simplificación, un plano, un croquis, que recoge las bases de un negocio o proyecto.

El modelo consiste en abarcar diferentes aspectos en el desarrollo de un proyecto, como lo son:

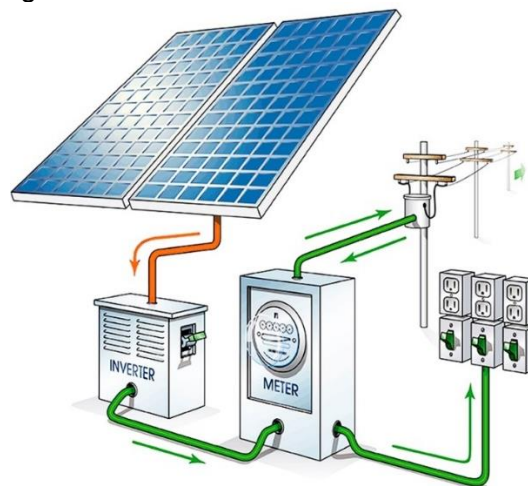
- **Segmentos de clientes:** ¿Para quién creamos valor? Los clientes son el objetivo hacia donde se dirigirá el negocio. Pueden ser uno o más grupos de clientes, pero correctamente. En el caso del artículo se segmentó a usuarios del servicio de energía: Comerciales e Industriales. Para lo anterior se obtuvo la base de datos de CENS donde se tiene la información de 32.926 usuarios.
- **Propuestas de valor:** Junto con nuestro objetivo, el cliente, se define qué le ¿Qué valor ofrecemos a nuestros clientes? El objeto es la venta de energía fotovoltaica in-situ, se basa en generación fotovoltaica, con sistemas on-grid o conectados a la red, con equipos instalados en las propiedades de cada cliente, bien sea en el techo o en espacios disponibles para la incorporación de los equipos, los cuales tengan determinadas características que se ajusten a la característica físicas y de peso de estos equipos, donde mediante un análisis previo estructural de los sitios de instalación se revisará la viabilidad de poder desarrollar la instalación.

Estos sistemas lo conforman equipos compactos que permiten utilizar espacios no aprovechados como los techos y sus componentes principales lo muestra la figura 2.



**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

Figura 2. Sistema fotovoltaico conectado a la red



Fuente: gensolar

El cliente compra la energía que se genera en sus techos a un precio por debajo de la tarifa de energía actual aproximadamente en un 45% menos.

Se describe desde las 2 ópticas: cliente y empresa.

*Cliente:*

- ✓ Reducción de costos de energía, mantenimiento, costos de instalación, riesgo de accidente de transporte.
- ✓ Genera imagen ambiental positiva.
- ✓ Fomenta la innovación de las Empresas haciéndolas más competitivas y sostenibles en el tiempo.
- ✓ Uso racional y eficiente de energía.
- ✓ Ofertas ajustadas a las necesidades.
- ✓ Seguimiento post- venta
- ✓ Mejor precio que competidores de la región.
- ✓ Mejorar EBITDA de la empresa
- ✓ Beneficios tributarios por utilización de ERNC.

*Empresa:*

- ✓ Genera imagen ambiental positiva de la empresa.
- ✓ Mejor precio que competidores de la región.





**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

✓ Mejorar EBITDA de la empresa

- ***Canales de distribución y comunicaciones*** ¿Cómo se enterará el cliente de nuestra existencia? ¿Cómo haremos para que el cliente reciba nuestra propuesta de valor? Para lo anterior se activó el equipo de mercadeo de CENS.

*Canales directos:*

- ✓ Oficinas propias.
- ✓ Sitio web.
- ✓ Redes sociales.
- ✓ Líneas telefónicas.
- ✓ Publicidad en la factura.
- ✓ Capacitación directa con el cliente.
- ✓ Visitas técnicas con ejecutivo de cuenta.
- ✓ Apoyo técnico post-venta.

*Canales indirectos:*

- ✓ Tienda propia o gestionada por la empresa.
- ✓ Usuarios estratégicos a los que se les instalen pruebas piloto

- **Relación con el cliente:** ¿Cómo integrar al cliente en nuestro modelo de negocio? ¿Cómo hacemos para que el cliente se mantenga ligado a nuestra propuesta? Aprovechando que somos el mayor comercializador del departamento, se cuenta con una empresa que cuenta con programas de acercamiento a la comunidad y está integrando buenas prácticas de consumo con los clientes industriales y comerciales.

La relación con clientes se verá incentivada por diferentes actividades:

- ✓ Visitas para diseño de oferta ajustada a las necesidades del cliente.
- ✓ Asesoría y capacitación de energía fotovoltaica a clientes potenciales.
- ✓ Propuestas por escrito y personalmente.
- ✓ Centros de servicio y soporte de atención al cliente vía telefónica y virtual.





**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

- ✓ Monitoreo del funcionamiento y seguimiento con sistemas integrados en el hogar.

- **Flujos o fuentes de ingresos:** ¿Qué ingresos, en qué concepto y con quiénes? Para lo anterior se cuenta con el visto bueno de la gerencia, quien presentará a la junta directiva el proyecto.

*Ingreso recurrente:*

- ✓ Cobro mensual por el suministro de energía limpia (precio diferencial).
- ✓ Servicio de estudio de conexión definido en la Res. CREG 030 de 2018 (+100kW)
- ✓ Instalaciones y mantenimientos en sistemas FV independientes.

*Ingreso único:*

- ✓ Cobro por venta de equipos fotovoltaicos (paneles solares, inversores, medidores bidireccionales y demás elementos del sistema).
- ✓ Cobro por venta de activos (sistema FV).
- ✓ Reducción en impuestos tributarios.

- **Recursos clave:** ¿Qué somos? Nuestros recursos tangibles e intangibles (experiencia, contactos, habilidades...) los elementos con los que contamos para construir nuestra propuesta de valor se enfoca en el buen nombre que tiene la empresa, el recurso humano calificado para la tecnología, cuadrillas de instalación y mantenimiento, nuestros proveedores y contratos desarrollados de manera transparente y eficiente.

*Humanos:*

- ✓ Cuadrillas exclusivas para servicio.
- ✓ Equipo dedicado a proyecto Energía Solar.
- ✓ Estrategias de comunicación innovadora.
- ✓ Servicio de atención diferenciador.
- ✓ Fuerza de ventas constituida por personas.



**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

*Físicos:*

- ✓ Paneles fotovoltaicos, inversores, medidores bidireccionales y protecciones.
  - ✓ Infraestructura dedicada al estudio del sistema fotovoltaico.
  - ✓ Procesos ágiles y documentados por SGC.
  - ✓ Estado económico y financiero.
- **Actividades claves:** ¿Qué hacemos para ofrecer nuestra propuesta? ¿Qué actividades y procesos que deben llevarse a cabo para producir la oferta de valor? La propuesta incluye el Diseño de sistemas individualizado, Visitas técnicas, Esquema de facturación actual, Capacitaciones a personal técnico y se describen en las siguientes actividades:

*Principales:*

- ✓ Prestación del servicio de energía eléctrica utilizando una nueva alternativa sostenible, de calidad y bajo costo.
- ✓ Venta de activos.
- ✓ Instalación y mantenimiento del sistema FV.
- ✓ Formación continua del personal de CENS en temas relacionados con sistemas FV.
- ✓ Gestión de la información relacionada con los clientes.
- ✓ Sensibilización del mercado objetivo.
- ✓ Búsqueda de nuevos clientes.
- ✓ Control de calidad de los productos.
- ✓ Relación con proveedores.
- ✓ Obtención de financiamiento.
- ✓ Post-venta.
- ✓ Tratamiento jurídico.

*Secundarias:*

- ✓ Análisis de factibilidad de las propuestas.
- ✓ Estrategias de comunicación internas y externas.



**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

- ✓ Soporte técnico del servicio.
  - ✓ Segmentación del mercado.
  - ✓ Encuestas de satisfacción.
  - ✓ Transporte especializado de los equipos del sistema a los lugares de instalación.
- 
- **Alianzas clave:** Para lograr realizar las actividades y para conseguir los recursos, necesito aliados o socios que me ayuden. Para nuestro caso son los siguientes: Junta directiva, Proveedores, Importadores, Transportadores de equipos y materiales nacionales e internacionales, Técnicos instaladores y gremios de comerciantes e industriales. Entre los cuales los socios clave para la consolidación del modelo de negocio energía solar son:
    - ✓ La academia de institutos de formación técnica de energía fotovoltaica en la región.
    - ✓ Cámara de comercio.
    - ✓ Gerencia.
    - ✓ Proveedores, importadores y transportadores de equipos y materiales nacionales e internacionales.
    - ✓ Clientes.
    - ✓ Mano de obra.
  
    - ✓ Entidades financieras.
    - ✓ Comunicaciones.
  - **Estructura de costes:** Todo lo que significa producir la propuesta de valor; llevar a cabo las actividades claves y tener recursos, implica costes. Estos pueden ser económicos o de otra índole.  
*Costos fijos:*
    - ✓ Inversión en infraestructura (oficinas y almacenes)



**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

- ✓ Gastos operativos y administrativos
- ✓ Sueldos para la retención del capital humano.

*Costos variables:*

- ✓ Costos de importación y transporte de equipos (inversores, paneles solares, medidores bidireccionales y demás elementos)
- ✓ Costos de instalación.
- ✓ Costos de mantenimiento y servicios post-venta.
- ✓ Marketing.

Finalmente se determinaron los indicadores de rentabilidad mejor utilizados para evaluar un negocio en marcha e intenso en capital de activos cuya recuperación de la inversión depende de la vida útil remanente de la infraestructura eléctrica en el largo plazo y cuya suficiencia económica depende de la propuesta de cambio de la remuneración por venta de energía, el efecto de la depreciación de los activos y su vida útil.

El método empleado para evaluar económicamente un negocio intenso en capital de activos y de recuperación en el largo plazo, fueron, el Valor Actual Neto (VAN o VPN), Tasa Interna de Rentabilidad (TIR), Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) y la relación Beneficio-Costo.



### 3. Resultados

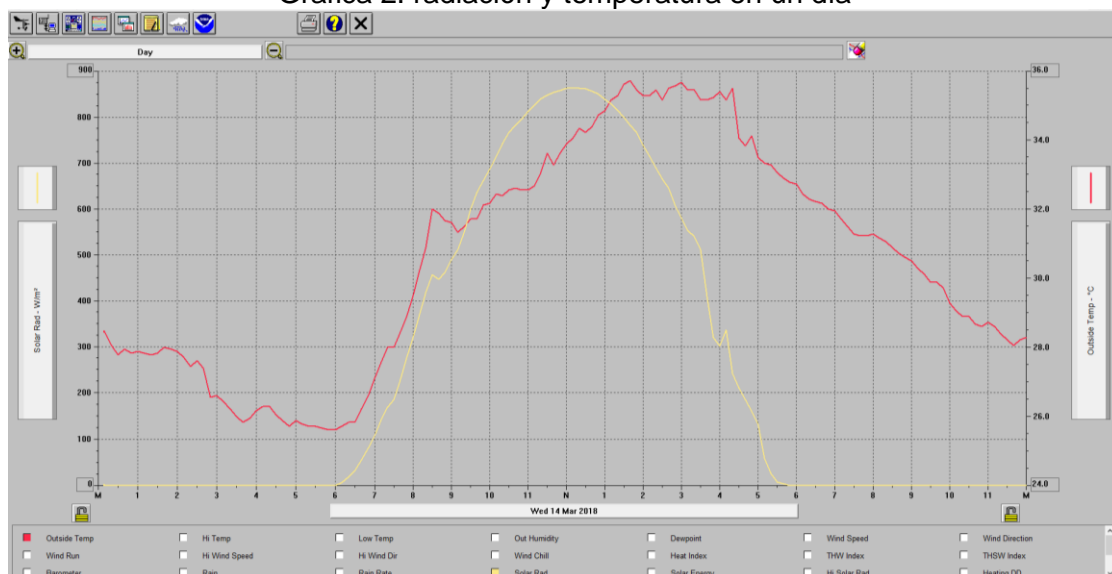
A continuación, se presentan los resultados del análisis del estudio de viabilidad técnica y económica para el modelo de negocio de venta de energía de autoconsumo para usuarios industriales y comerciales, cuyo sistema de producción sea energía solar fotovoltaica para los clientes Centrales Eléctricas del Norte De Santander S.A. E.S.P. los cuales se proyectarán del punto de vista Técnico y Económico, respectivamente:

#### 3.1 Análisis Técnico:

*Estudio fotovoltaico:* La ciudad de Cúcuta se caracteriza por su clima cálido que se puede relacionar con buena radiación solar. Para la identificación de los parámetros se instaló un equipo de medición de variables meteorológicas, Davis vantage pro2 con el cual se analizaron las medidas de Temperatura ambiente y la radiación solar, durante un año para caracterizar las horas pico solares de la instalación.

En la gráfica 2, Se observa la gráfica de radiación solar y temperatura de un día en la ciudad de Cúcuta.

Gráfica 2: radiación y temperatura en un día



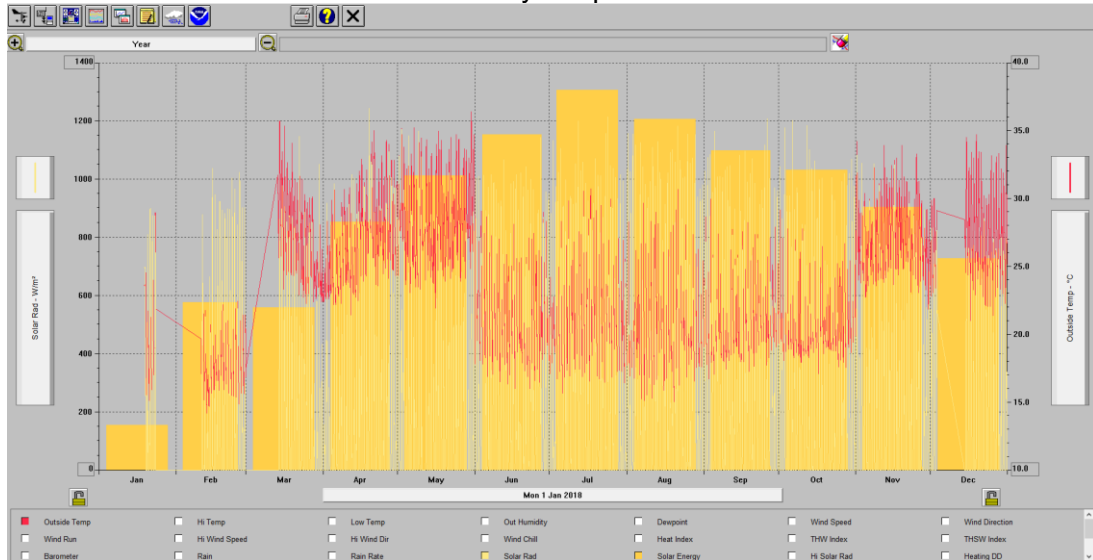
Fuente de datos: equipo monitoreo CENS, 2019



**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

La grafica 3 nos muestra radiación solar y temperatura del año 2018 en la ciudad de Cúcuta.

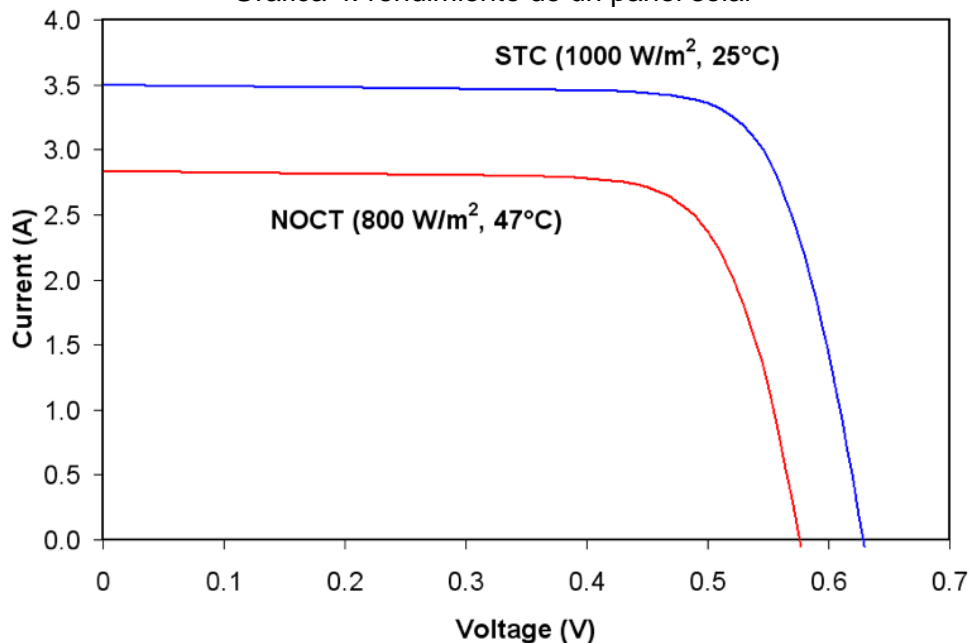
Grafica 3: radiación y temperatura en un año.



Fuente de datos: equipo monitoreo CENS, 2019

El rendimiento real de una celda solar y los datos de los paneles solares las muestra la gráfica 4:

Grafica 4: rendimiento de un panel solar



Fuente: Delta Volt SAC, 2019

La eficiencia de los paneles solares varía considerablemente. Solamente en



**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

condiciones excepcionales un módulo rinde la energía anunciada por el fabricante. En la vida real, aunque en las mejores condiciones bajo el sol del mediodía, un panel puede producir solamente entre 75 y 85% de su capacidad nominal.

Como se pueda apreciar en la gráfica 4, las condiciones estándar de medida requieren para la generación del 100% de lo expuesto en las placas de características técnicas de los paneles 2 condiciones fundamentales: radiación de  $1000 \text{ W/m}^2$  y Temperatura en la celda de  $25^\circ\text{C}$ . Si estas condiciones se mantienen durante las horas sol del día (6am – 6pm) tendríamos 12 horas de aprovechamiento solar, sin embargo, en las gráficas 2 se muestra la radiación con un comportamiento similar al de una campana, donde la radiación es variable en las horas, con la recopilación de la información podemos determinar cuántas horas de aprovechamiento total del sol se pueden tener en un día, conocidas como las horas pico solares (HPS). Para la ciudad de Cúcuta se registra un promedio de 4.49 HPS en el año 2018.

Validando la información, en el atlas solar de la UPME figura 3. se puede verificar que las horas registradas para Cúcuta son 4.5 – 5.0 HPS

Figura 3. Atlas solar UPME

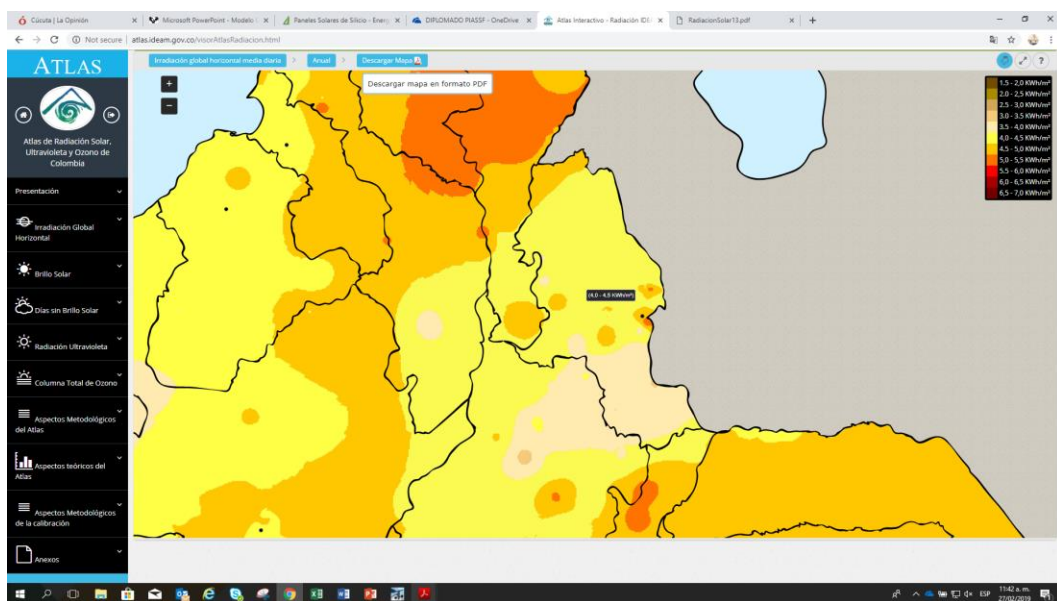


Figura 3. Atlas solar UPME  
Fuente: UPME, 2019





**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

En la gráfica 2 podemos ver un día típico en la ciudad de Cúcuta, donde la radiación es cercana a 1000 W/m<sup>2</sup>, sin embargo, la temperatura ambiente es superior a los 25°C, cabe resaltar que la temperatura en la celda está dada por la siguiente formula:

$$T_{cel} = T_{amb} + \left( \frac{NOCT - 20}{800} \right) \times G$$

Donde la T<sub>amb</sub> y G la registra nuestro equipo de variable meteorológicas. Y NOCT hace referencia al valor en catálogos de los paneles de Temperatura operativa nominal de la célula.

Con la anterior información podemos registrar las perdidas asociadas a la temperatura de los sistemas fotovoltaicos con la siguiente formula:

$$\% \text{ pérdidas de } T^{\circ} = \text{Temperatura coeficiente de } P_{\max} * (T_{CEL} - T_{AMB})$$

Con la información del equipo de monitoreo se calcula las perdidas por temperatura con las características de un panel tipo.

Tabla 1. Perdida por temperatura mes a mes

Delta Temp	23	°C	
Factor temp	-0.4	%/°C	
Mes	Tamb °C	Tcelda °C	Perdidas Ftemp
Enero	25.8	49.2	9.70%
Febrero	26.3	49.7	9.90%
Marzo	26.7	50.1	10.06%
Abril	27.0	50.4	10.18%
Mayo	27.8	51.2	10.50%
Junio	28.1	51.5	10.62%
Julio	28.0	51.4	10.58%
Agosto	28.5	51.9	10.78%
Septiembre	28.4	51.8	10.74%
Octubre	27.4	50.8	10.34%
Noviembre	26.5	49.9	9.98%
Diciembre	25.8	49.2	9.70%
Prom anual	27.2	50.6	10.25%

Fuente: elaboración propia, 2019.



**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

Adicionalmente se incluyen ganancias por especificación del panel utilizado (+3%) perdidas por polvo (-1%), conexión (-1%), perdidas por el inversor (depende del equipo) y perdidas por caídas de tensión (-0.5%).

Tabla 2. Perdidas asociadas al sistema mes a mes

Mes	Tamb °C	Tcelda °C	Perdidas Ftemp	Ganancia Fpnom	Perdidas Fmm	Perdidas Fpolvo	Perdidas Finv	Perdidas Fcable	PR
Enero	25.8	48.8	9.52%	-3.0%	1.0%	1.0%	3.0%	0.5%	88.16%
Febrero	26.3	49.3	9.72%	-3.0%	1.0%	1.0%	3.0%	0.5%	87.96%
Marzo	26.7	49.7	9.88%	-3.0%	1.0%	1.0%	3.0%	0.5%	87.81%
Abril	27	50	10.00%	-3.0%	1.0%	1.0%	3.0%	0.5%	87.69%
Mayo	27.8	50.8	10.32%	-3.0%	1.0%	1.0%	3.0%	0.5%	87.38%
Junio	28.1	51.1	10.44%	-3.0%	1.0%	1.0%	3.0%	0.5%	87.26%
Julio	28	51	10.40%	-3.0%	1.0%	1.0%	3.0%	0.5%	87.30%
Agosto	28.5	51.5	10.60%	-3.0%	1.0%	1.0%	3.0%	0.5%	87.10%
Septiembre	28.4	51.4	10.56%	-3.0%	1.0%	1.0%	3.0%	0.5%	87.14%
Octubre	27.4	50.4	10.16%	-3.0%	1.0%	1.0%	3.0%	0.5%	87.53%
Noviembre	26.5	49.5	9.80%	-3.0%	1.0%	1.0%	3.0%	0.5%	87.88%
Diciembre	25.8	48.8	9.52%	-3.0%	1.0%	1.0%	3.0%	0.5%	88.16%
Prom anual	27.19	50.19	10.08%	-3.00%	1.00%	1.00%	3.00%	0.50%	87.61%

Fuente: elaboración propia, 2019.

De acuerdo a lo anterior se estima el factor de rendimiento de la instalación. 87.6%  
Con la información anterior podemos calcular la generación en un día promedio de un sistema fotovoltaico, con la siguiente formula:

$$E = P * HPS * FR$$

Donde:

E = Energía generada

P = Potencia de paneles (STC)

HPS = Horas pico solares.

FR = Factor de rendimiento.

Ya teniendo claro las variables de HPS y FR para los diseños, se puede estimar la potencia requerida para cada aplicación, en la ciudad de Cúcuta despejando la ecuación  $E=P*HPS*FR$

$$P = \frac{E}{HPS * FR}$$

Se tiene la base de datos de consumo de los usuarios comerciales e industriales de CENS dada en kWh – Mes se ajusta la fórmula para el cálculo.

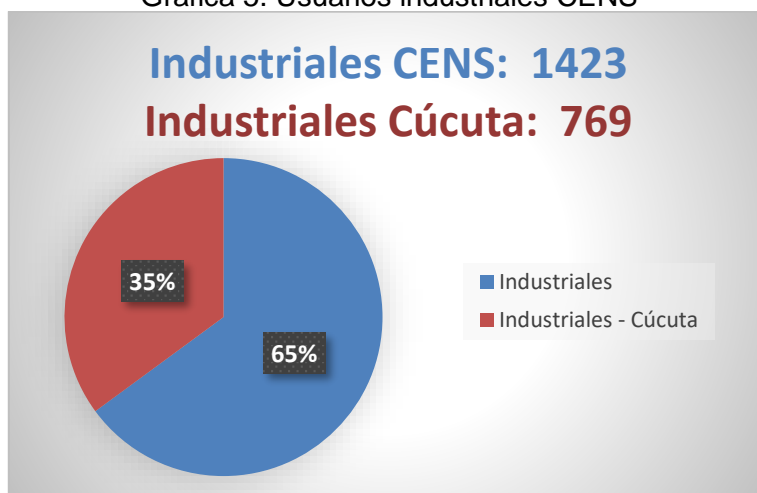


**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

$$P = \frac{E}{HPS * FR * dias (30)}$$

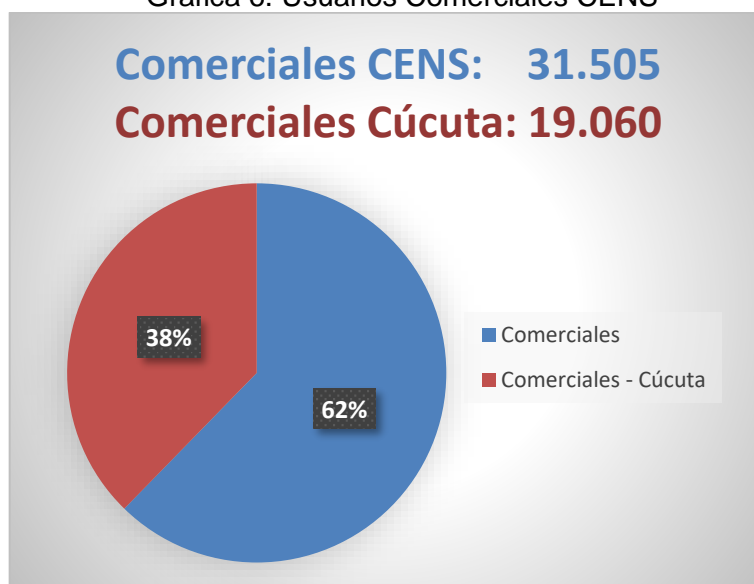
*Análisis de clientes:* se cuenta actualmente con 32.927 usuarios industriales y comerciales distribuidos como lo representa las gráficas 5 y 6.

Grafica 5. Usuarios industriales CENS



Fuente: elaboración propia, 2019.

Grafica 6. Usuarios Comerciales CENS



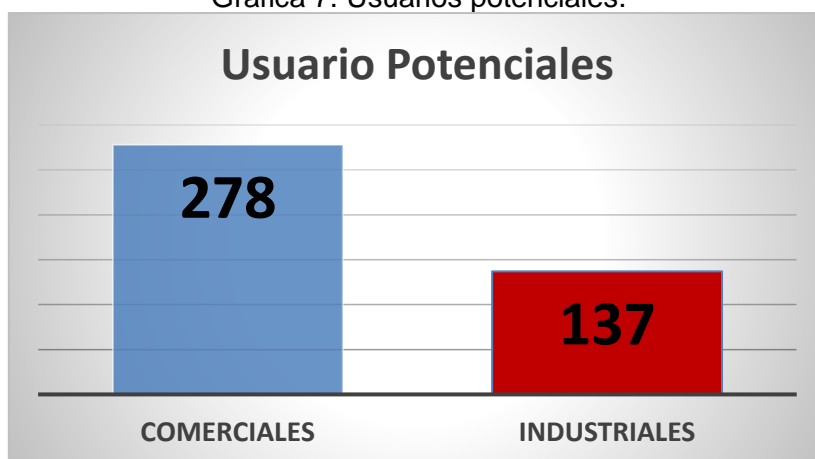
Fuente: elaboración propia, 2019.



**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

Dada la cantidad de usuarios se procede a un filtro para la selección de los usuarios más significativos, el criterio que se proyectó fue por consumos, en el cual se filtran los usuarios con pagos mayores a 3 millones de pesos. De los cuales se tienen 415 usuarios potenciales divididos como lo muestra la gráfica 7.

Gráfica 7. Usuarios potenciales.



Fuente: elaboración propia, 2019.

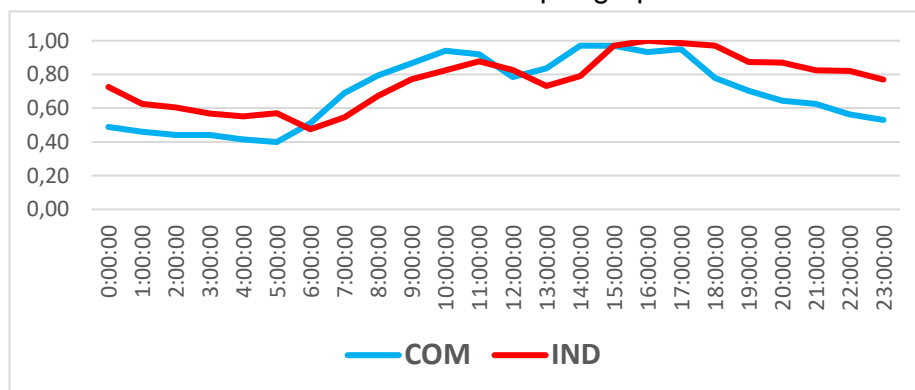
*Estudio de Cargas:* para el análisis del comportamiento de la generación se tiene la gráfica 2, donde se muestra un modelo típico de la curva de generación la cual depende directamente de la radiación disponible, sin embargo, la curva de carga de cada usuario es particular por lo anterior se realizó un estudio de análisis de cargas de nivel 1 (Baja Tensión), para caracterizar las curvas de consumo.

Para el estudio se instalaron analizadores de red en transformadores de diferentes usuarios, de acuerdo a su tipo de usuario (comerciales e industriales) y se tomaron hora a hora los datos de consumo, como se muestra en la gráfica 8.



**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

**Grafica 8. Curva de demanda por grupo de consumo**



Fuente: elaboración propia, 2019.

Con base en los valores de la tabla 3:

**Tabla 3. Valores de cargas en Por unidad**

Time	COM	IND
00:00:00	0.49	0.72
01:00:00	0.46	0.62
02:00:00	0.44	0.60
03:00:00	0.44	0.57
04:00:00	0.42	0.55
05:00:00	0.40	0.57
06:00:00	0.51	0.48
07:00:00	0.69	0.55
08:00:00	0.80	0.67
09:00:00	0.87	0.77
10:00:00	0.94	0.82
11:00:00	0.92	0.88
12:00:00	0.78	0.83
13:00:00	0.84	0.73
14:00:00	0.97	0.79
15:00:00	0.97	0.97
16:00:00	0.93	1.00
17:00:00	0.95	0.99
18:00:00	0.78	0.97
19:00:00	0.70	0.87
20:00:00	0.64	0.87
21:00:00	0.63	0.83
22:00:00	0.56	0.82
23:00:00	0.53	0.77

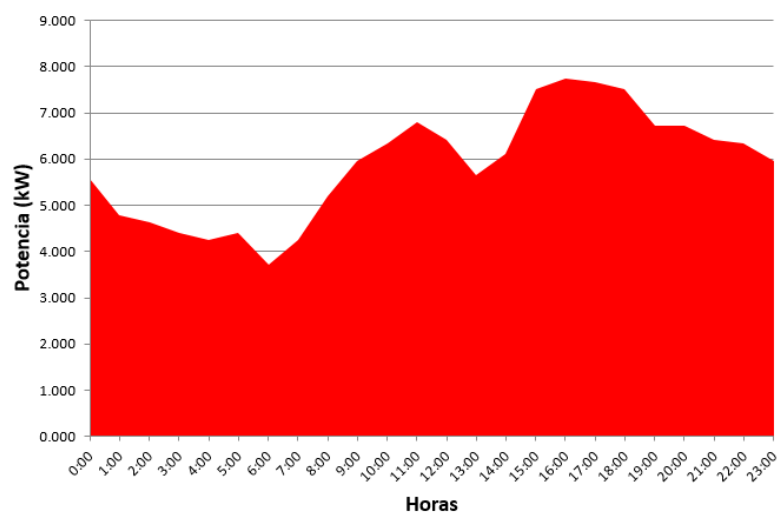
Fuente: elaboración propia, 2019.



**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

Con la anterior información se estima la caracterización de consumo de un usuario de acuerdo a un consumo promedio de un usuario tipo, el cual se proyecta con la carga de un usuario que paga \$3.000.000. La cual se proyecta para trasponer la curva de generación.

Grafica 9. Curva característica de consumo usuario tipo



Fuente: elaboración propia, 2019.

Inicialmente con base en un consumo promedio de 141 kwh – día se proyecta la potencia para suplir el 100% de su carga.

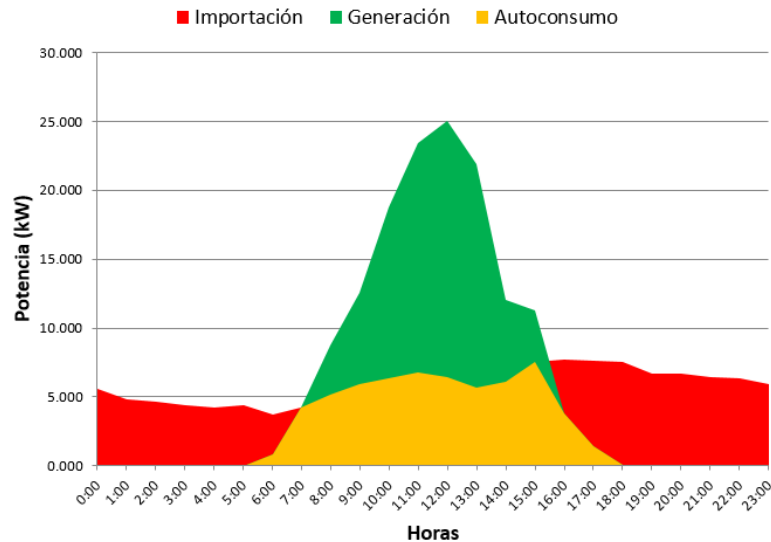
$$P = \frac{E}{HPS * FR}$$

$$P = \frac{141}{4.5 * 0.85} = 36.9 \text{ kWp}$$



**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

Grafica 10. Curva característica de generación y consumo usuario tipo



Fuente: elaboración propia, 2019.

Con la gráfica 10 se observa una gran cantidad de entrega una cantidad de excedentes, la cual no es recomendable para el negocio, pues la intención es que se autoconsume la mayor cantidad de energía posible. Para lo anterior y teniendo los valores de la tabla 3, se estima una ponderación que se aplicara a cada cliente de acuerdo al tipo (comercial o industrial). Donde se toman los valores en por unidad del consumo en las horas sol (6 am a 6 pm) y se relacionan con la sumatoria de todas las horas para determinar una ponderación para que el sistema este sincronizado con el consumo del cliente.

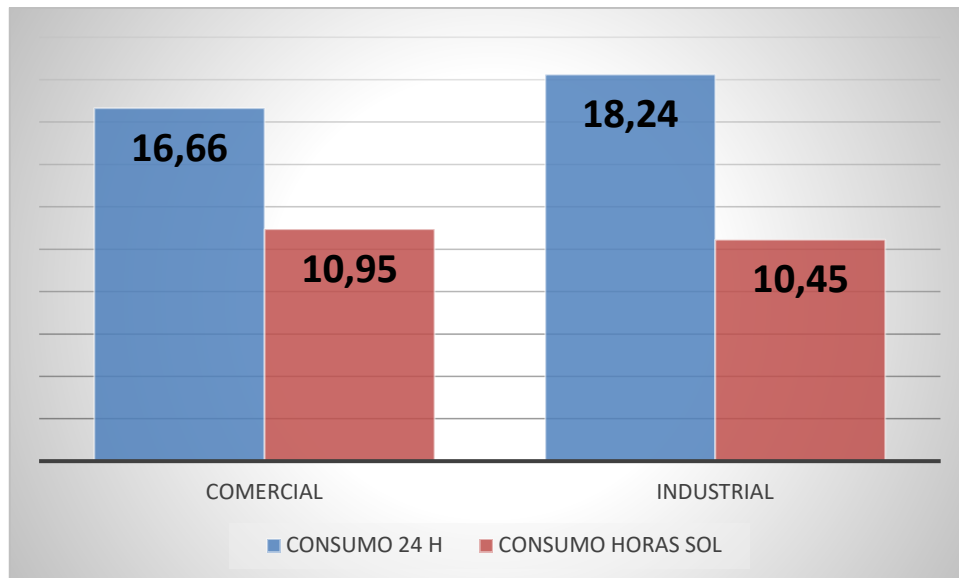
Con lo anterior se obtuvo el resultado de la gráfica 11.





**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

Grafica 11. Ponderación consumo horas sol



Fuente: elaboración propia, 2019.

Se tiene para comercial que las horas sol son: 66% del consumo total y para el cliente industrial son el 57%.

Aplicamos esta ponderación para el cliente estimado para el ejercicio y obtenemos una proyección de generación y consumos aplicando la siguiente formula:

$$P = \frac{E * Ponderacion}{HPS * FR}$$

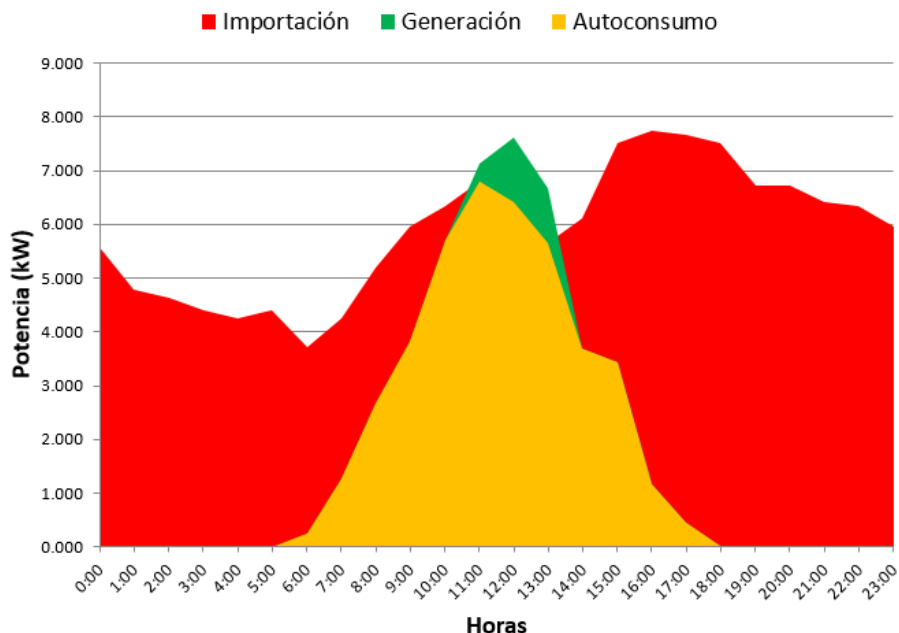
$$P = \frac{141 * 66\%}{4.5 * 0.85} = 24 kWp$$

Aplicando la ponderación tenemos un resultado con menos excedentes como lo muestra la gráfica 12.



**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

Grafica 12. Curva característica de generación y consumo usuario tipo



Fuente: elaboración propia, 2019.

Con lo anterior aplicando la ponderación la nueva carga a instalar a este tipo de usuario se definen las potencias que se requieren para cada cliente.

Análisis financiero: El flujo de caja libre se realizó teniendo en cuenta la proyección de ingresos obtenidos del modelo de Excel para un periodo de 25 años, de acuerdo a la vida útil de los equipos e incorporando diferentes aspectos que influyen sobre la operación de los mismos.

se desarrolló el modelo teniendo en cuenta los indicadores de la tabla 4:



**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

Tabla 4 indicadores financieros

Indicadores	
Valor Proyecto	\$ 91,200,000
Precio de venta de la Tarifa	\$ 310
Meses	12
Días	30
H/Día	4.5
FP	0.85
Factor de carga	1.00
incremento anual precio de energía	5.0%
Energía prevista anual	33,048
Ingresos	\$ 10,244,880

Fuente: elaboración propia, 2019.

El costo de capital ( $C_k$ ) o la tasa interna de oportunidad definida para el Grupo Empresarial EPM para evaluar proyectos de inversión o negocios en marcha, donde se ejecuten cuantiosas inversiones en capital es del 9.64% constantes y antes de impuestos.

Para analizar y evaluar si el negocio de la prestación del servicio de transmisión eléctrica continua siendo o no rentable y atractivo para los accionistas, se utilizaron las técnicas más comunes para evaluar económicamente los proyectos, como lo son: VAN, TIR, y la relación Beneficio-Costo.

Como criterios de aceptación o de rechazo para determinar económicamente si el negocio de venta de energía solar fotovoltaica es rentable y continúa agregando valor para la empresa, se tienen los siguientes:

1. **Criterio del VAN.** Si el VAN del proyecto es mayor que cero, entonces el negocio sigue siendo rentable y favorable para los accionistas. Si el VAN es menor que cero el negocio ya no es rentable.

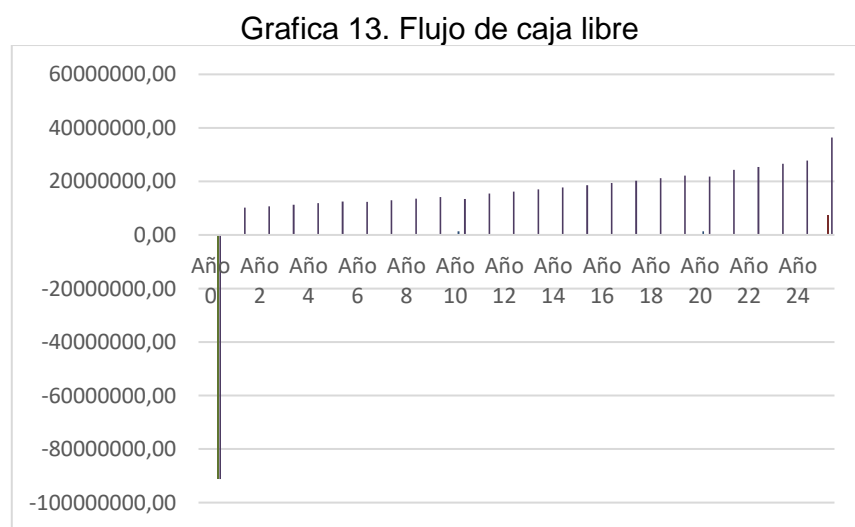


**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

2. **Criterio de la TIR.** La TIR representa la tasa interna de rentabilidad del negocio de la prestación del servicio de transmisión eléctrica y expresa la tasa de interés que hace que el VAN sea cero. Si la TIR del negocio es mayor que la tasa interna de oportunidad ( $C_k$ ), significa que el negocio sigue generando valor y se acepta; en caso contrario, el negocio ya no produce la rentabilidad mínima esperada.
3. **Criterio relación Beneficio-Costo.** Este indicador permite determinar si los beneficios traídos a valor actual con respecto a las inversiones futuras son mayores y por lo tanto el negocio continúa generando utilidades para la empresa. Es decir, que si la relación B/C (Beneficios / Costos) es mayor que la unidad, el negocio sigue siendo generando rentas económicas.

Los flujos de caja libre con sus respectivos indicadores de rentabilidad económica para cada escenario se muestran a continuación:

Flujo de caja libre: En la gráfica 13 se observa el flujo de caja libre del negocio, donde se consideran inversiones y los costos asociados a mantenimientos y reposición de equipos.



Fuente: elaboración propia, 2018.



**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

Indicadores de rentabilidad económica: En la tabla 5 se presentan los indicadores más comunes utilizados para analizar y evaluar negocios en marcha e intensos en capital de activos, como lo son el VAN, la TIR.

Tabla 5 de rentabilidad económica

WAAC	9.36%		
VNA	25 años	15 años	10 años
	\$ 141,127,582	\$ 102,335,314	\$ 92,415,899
<b>VPN año 0 = (\$)</b>	<b>\$ 49,927,582</b>	<b>\$ 11,135,314.00</b>	<b>\$ 1,215,899.00</b>
<b>TIR (%) =</b>	<b>14.43%</b>	<b>11.19%</b>	<b>9.59%</b>

Fuente: elaboración propia, 2019.

Se intuye de la tabla 5 de resultados de rentabilidad económica como el VAN es positivo, el negocio de generación fotovoltaica es viable en el tiempo, permitiendo recuperar la inversión remanente en un escenario a mediano plazo, periodo en el que la Tasa interna de retorno supera el WACC empresarial.

Con respecto a la TIR, se intuye de la tabla 2 que el negocio continúa siendo muy rentable, permitiendo cumplir con las expectativas de los inversionistas al superar aproximadamente por 5 puntos porcentuales, la tasa mínima esperada del 9,36% constantes y antes de impuestos.

## ANÁLISIS DE RIESGOS

Objetivo del análisis de riesgos realizado

Determinar los riesgos que presenta este proyecto, así mismo determinar las acciones y tareas que se deban implementar para prevenir y/o mitigar los riesgos derivados de este análisis. Estas acciones y tareas se plasmarán en planes de mejoramiento establecidos por los responsables de implementar el proyecto, los cuales harán su seguimiento y evaluación periódica.

Resultados: Identificación de riesgos.

En la Tabla se relacionan los escenarios de riesgos y su valoración, identificados para este proyecto



**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

**Tabla 6. Escenarios de riesgo y valoración**

<b>Código del riesgo</b>	<b>Escenario de riesgo</b>	<b>Nivel de Riesgo inicial (13/05/2016)</b>
R1	Retrasos en la obtención de información estructural	<b>Alto</b>
R2	Problemas negociación de los equipos y materiales	<b>Alto</b>
R3	Problemas en la calidad de los diseños definitivos y retrasos en la entrega de los mismos	<b>Tolerable</b>
R5	Incumplimiento de exigencias legales y/o normativas	<b>Tolerable</b>
R6	Litigios o disputas entre o con los contratistas	<b>Tolerable</b>
R7	Conflicto socio político relacionados con el proyecto	<b>Aceptable</b>
R8	Quiebra o insolvencia de los contratistas	<b>Tolerable</b>
R9	Pérdida o daño de equipos críticos o módulos de construcción u operación por accidentes durante la construcción y el transporte.	<b>Tolerable</b>
R10	Incumplimiento de estándares de seguridad industrial y ocupacional	<b>Alto</b>
R11	Daños a terceros por actividades relacionadas con el proyecto	<b>Alto</b>



**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

Código del riesgo	Escenario de riesgo	Nivel de Riesgo inicial (13/05/2016)
R12	Afectación de los predios vecinos	<b>Tolerable</b>
R13	Demoras en la toma de decisiones dentro del proyecto o de la Empresa respecto al mismo	<b>Alto</b>
R14	Insuficiencia del Recurso Humano	<b>Alto</b>
R15	Diferencias entre los supuestos considerados en la valoración económica del proyecto y los valores reales del mismo, de forma que se afecta la viabilidad financiera del proyecto	<b>Alto</b>

Fuente: elaboración propia, 2019.

### Matriz de Riesgo

Como se muestra en la tabla 6, de los quince (15) riesgos analizados, ocho (8) quedaron valorados como Altos (47%), estos requieren acciones inmediatas para su mitigación, seis (7) quedaron valorados como Tolerables (47%) y requieren acciones de mitigación o minimización a mediano plazo y uno (1) riesgo quedaron como Aceptable (6%), en este se requiere continuar con los controles preventivos existentes y monitoreo periódico.

Tabla7. Cantidad de Riesgos

Cantidad de riesgos	
<b>Extremo</b>	0
<b>Alto</b>	7
<b>Tolerable</b>	7
<b>Aceptable</b>	1
<b>Total riesgos</b>	<b>15</b>

Fuente: elaboración propia, 2019.





**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE  
TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

Tabla 8. Matriz de Riesgos

PROBABILIDAD		CONSECUENCIA				
		Mínima	Menor	Moderada	Mayor	Máxima
		1	2	4	8	16
Muy alta	5					
Alta	4			R14,R15		
Media	3		R6	R3,R5	R1,R2,R13	
Baja	2		R7	R4,R9,R12	R10,R11	
Muy baja	1				R8	

Fuente: elaboración propia, 2019.

*Estructura de Desglose de Trabajo EDT:* En la tabla 9, se observa la estructura de desglose de trabajo en donde se detallan los lotes de control y los lotes de trabajo asignados a cada uno de ellos

Tabla 9. EDT

**PROYECTO ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA**

LC0	LC1	LC2	LC3	LC4	LC5
Gestión del Proyecto	Gestion comercial	Diseño y especificaciones técnicas	Equipos	Instalacion	Operación y Mantenimiento
LT0.1	LT1.1	LT2.1	LT3.1	LT4.1	LT5.1
Planeación de la ejecución	Programacion visitas técnicas	Diseño del sistema fotovoltaico	Compra de Paneles solares	Contratación y ejecución Obras Civiles	Contratación equiop de mantenimiento
LT0.2	LT1.2	LT2.2	LT3.2	LT4.2	LT5.2
Programación y seguimiento	Venta de servicios	Diseño y/o analisis estructural	Compra de Inversores	Contratación y ejecución Obras electricas	Compra de software de monitoreo
LT0.3	LT1.3			LT4.3	LT5.3
Cierre del Proyecto	Facturacion			Montaje equipos de medida	Almacenamiento y stock de equipos
	LT1.4				LT5.4
	Promocion y comunicaciones				Pruebas y Puesta en Servicio

Fuente: elaboración propia, 2019.



## **4. Discusión**

Se pudo corroborar con el análisis técnico y de rentabilidad económico del negocio de prestación de la venta de energía eléctrica a través de fuentes fotovoltaicas es rentable, ya que los indicadores de valor actual o presente neto (VAN) generan valor adicional para la empresa.

Lo anterior significa que el negocio permite recuperar la inversión remanente de la en el largo mediano plazo, también permite cubrir la rentabilidad mínima de los accionistas, cuya costo de oportunidad esta referenciada en 9,36% y además genera una prima adicional. Esto se puede afirmar ya que la TIR es del orden de 14,43%.

Con los cambios propuestos por la resolución CREG 030 de 2018 el negocio, se tiene un escenario claro de la aplicación de los sistemas solares fotovoltaicos, mediante el cual permite divisar el horizonte de la aplicación de estas fuentes.

Finalmente se necesitan en promedio diez años para recuperar el capital remanente de los activos de la base inicial y las inversiones, pudiendo mejorar estos indicadores al considerar que las inversiones futuras pueden ser fondeados con recursos de entidades bancarias y por ende mejorar la viabilidad tanto económica como financiera del negocio.

## **5. Conclusiones**

Las promociones de las fuentes no convencionales de energía para generar electricidad constituyen un desafío para los modelos de mercado eléctrico, particularmente, para aquellos que han sido totalmente liberalizados. Uno de los principales retos consiste en facilitar la inserción de nuevos actores mediante instrumentos, sistemas de apoyo, cambios en la regulación con respecto al funcionamiento de los mercados, entre otros asuntos.



**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA**  
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES  
**FORMATO INSTITUCIONAL PROPUESTA DE INVESTIGACION / PRESENTACIÓN DE**  
**TEMÁTICA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSGRADO**  
Facultad de Derecho, Ciencia Política y Sociales, Ingenierías & Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

Aun cuando en los gremios del sector eléctrico existe la incertidumbre respecto al funcionamiento los sistemas de generación fotovoltaica, de acuerdo a los estudios realizados en la instalación piloto con la que cuenta CENS figura 1, podemos asegurar la calidad de la energía producto de la selección adecuada de cada componente del sistema.

Los indicadores de rentabilidad económica como el VAN, la TIR y la relación Beneficio/Costo fueron satisfactorios, ya que el VAN resulto positivo agregando utilidad al negocio en más de 2 millones de pesos, por cada kilovatio instalado, la TIR resultante duplico las expectativas mínimas de los accionistas y el PRI del capital remanente con las inversiones futuras es de diez años, reafirmado de esta manera que el negocio es muy rentable al producir beneficios superiores a los costos de inversión y retornos esperados por encima del costo de oportunidad de capital del grupo empresarial EPM.



## Referencias Bibliográficas

1. Resolución 030 de 2018 - Por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional [Libro] / aut. CREG Comisión de Regulación de energía Eléctrica y Gas -. - Bogotá: [s.n.], 2018.
2. Definición de la fórmula tarifaria de energía eléctrica, para el próximo periodo tarifario [Libro] / aut. CREG Comisión de Regulación de energía Eléctrica y Gas -. - 2007.
3. Energy Efficiency 2018. [Libro] / aut. Agencia Internacional de la Energía (AIE) 2018.
4. Evolución Variables de Generación [Libro] / aut. SIEL Sistema de información eléctrico colombiano. 2018
5. Evaluación de la afectación territorial de los fenómenos el niño/la niña y análisis de la confiabilidad de la predicción climática basada en la presencia de un evento [Libro] / aut. Hurtado Moreno, Gonzalo – Meteorólogo.
6. Ley 1715 de 2014 - Ley del Sector eléctrico. Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional [Libro] / aut. Domiciliarios Ley 1715 de 2014 - Ley de Servicios Públicos. - Colombia: Congreso de la Republica de Colombia, 2014.